

(12) NACH DEM VERTRAG ÜBER DIE INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES
PATENTWESENS (PCT) VERÖFFENTLICHTE INTERNATIONALE ANMELDUNG

(19) Weltorganisation für geistiges Eigentum
Internationales Büro



(43) Internationales Veröffentlichungsdatum
25. November 2004 (25.11.2004)

PCT

(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 2004/102898 A1

(51) Internationale Patentklassifikation⁷: **H04L 12/56**

(21) Internationales Aktenzeichen: **PCT/EP2004/050782**

(22) Internationales Anmeldedatum:
13. Mai 2004 (13.05.2004)

(25) Einreichungssprache: **Deutsch**

(26) Veröffentlichungssprache: **Deutsch**

(30) Angaben zur Priorität:
103 21 953.6 15. Mai 2003 (15.05.2003) **DE**

(71) Anmelder (für alle Bestimmungsstaaten mit Ausnahme von
US): **SIEMENS AKTIENGESellschaft [DE/DE];**
Wittelsbacherplatz 2, 80333 München (DE).

(74) Gemeinsamer Vertreter: **SIEMENS AKTIENGE-
SELLSCHAFT;** Postfach 22 16 34, 80506 München
(DE).

(81) Bestimmungsstaaten (soweit nicht anders angegeben, für
jede verfügbare nationale Schutzrechtsart): **AE, AG, AL,
AM, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BR, BW, BY, BZ, CA, CH,
CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DZ, EC, EE, EG, ES,
FI, GB, GD, GE, GH, GM, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE,
KG, KP, KR, KZ, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LV, MA, MD,
MG, MK, MN, MW, MX, MZ, NA, NI, NO, NZ, OM, PG,
PH, PL, PT, RO, RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SY, TJ, TM,
TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, YU, ZA, ZM,
ZW.**

(72) Erfinder; und

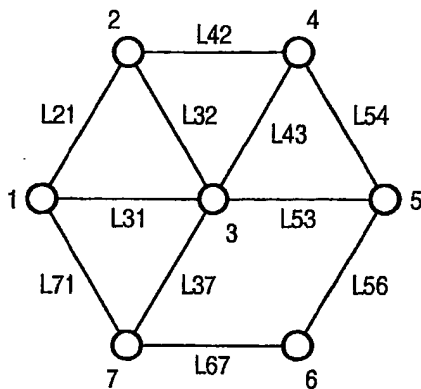
(75) Erfinder/Anmelder (nur für US): **GRUBER, Claus**
[DE/DE]; Schwanthalerstr. 76, 80336 München (DE).
SCHWABE, Thomas [DE/DE]; Görzer Str. 110, 81549
München (DE). **BUTENWEG, Stefan** [DE/DE]; Har-
matingerstr. 9, 81377 München (DE).

(84) Bestimmungsstaaten (soweit nicht anders angegeben, für
jede verfügbare regionale Schutzrechtsart): **ARIPO (BW,
GH, GM, KE, LS, MW, MZ, NA, SD, SL, SZ, TZ, UG,
ZM, ZW), eurasisches (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU,
TJ, TM), europäisches (AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK,
EE, ES, FI, FR, GB, GR, HU, IE, IT, LU, MC, NL, PL, PT,**

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

(54) Title: **METHOD AND NETWORK NODE FOR SELF-REGULATING, AUTONOMOUS, AND DECENTRALIZED TRAF-
FIC DISTRIBUTION IN A MULTIPATH NETWORK**

(54) Bezeichnung: **VERFAHREN UND NETZKNOTEN FÜR EINE SELBST-REGULIERENDE, AUTONOME UND DEZEN-
TRALE VERKEHRSVERTEILUNG IN EINEM, MEHRWEGE-NETZ**



(57) Abstract: According to the invention, traffic load is redirected in re-
action to traffic overload or a link failure in a packet-based network that is
formed by nodes (1, 2, 3, 4, 5, 6, 7) and links (L31, L32, L37, L71, L21, L42,
L43, L67, L53, L54, L56), packets being distributed along multiple paths to
other links (L23, L37) of an associated array of paths (L31, L32, L37). The
redistribution is performed autonomously by the node (3) which is located
immediately upstream of the affected link (L31). According to a further de-
velopment of said method, nodes (4, 5) that are located upstream of the con-
cerned node (3) are notified and are made to perform a redistribution that
relieves the concerned node (3) if the array of paths (L31, L32, L37) is not
made overload-free by the redistribution performed by said node (3). The in-
vention relates to a mechanism that protects against overload and failures and
reacts in a significantly more flexible and less error-prone manner than net-
works having a central control body due to the nodes being autonomous.

(57) Zusammenfassung: Erfindungsgemäß wird eine Verkehrsastumver-
teilung als Reaktion auf eine Verkehrsüberlast oder einen Linkausfall in einem

mit Knoten (1, 2, 3, 4, 5, 6, 7) und Links (L31, L32, L37, L71, L21, L42, L43, L67, L53, L54, L56) gebildeten pa-
ketbasierten Netz mit Mehrwegeverteilung von Paketen auf andere Links (L23, L37) eines zugehörigen We-
gefächers (L31, L32, L37) durchgeführt. Die Umverteilung wird autonom durch den dem betroffenen Link (L31) unmittel-
bar vorgelagerten Knoten (3) durchgeführt. Entsprechend einer Weiterbildung werden dem betroffenen Knoten (3)
vorgelagerte Knoten (4, 5) benachrichtigt und ihrerseits zu einer den betroffenen Knoten (3) entlastenden Um-
verteilung durch den betroffenen Knoten (3) Überlastfreiheit bei dem Wegefächer (L31, L32, L37) nicht erreicht werden kann. Die Erfindung beschreibt einen Mechanismus
gegen Überlast und Störfälle, der im Vergleich zu Netzen mit zentraler Steuerinstanz durch die Autonomie der Knoten deutlich fle-
xibler und weniger fehleranfällig reagiert.

WO 2004/102898 A1



RO, SE, SI, SK, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

Veröffentlicht:

— mit internationalem Recherchenbericht

Zur Erklärung der Zweibuchstaben-Codes und der anderen Abkürzungen wird auf die Erklärungen ("Guidance Notes on Codes and Abbreviations") am Anfang jeder regulären Ausgabe der PCT-Gazette verwiesen.

Beschreibung

Verfahren und Netzknoten für eine selbst-regulierende, autonome und dezentrale Verkehrsverteilung in einem Mehrwege-Netz

5

Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Verkehrslastumverteilung als Reaktion auf eine Verkehrsüberlast oder einen Linkausfall und einen Knoten für ein paketbasiertes Netz mit Mehrwegeverteilung.

10

Die derzeit möglicherweise wichtigste Entwicklung auf dem Gebiet der Netze ist die Entwicklung neuer Technologien, um paketorientierte Datennetze und dabei vor allem das Internet für neue Dienste geeignet zu machen. Diese neuen Dienste

15

betreffen vor allem sogenannten Echtzeitverkehr, wie z.B. Sprachdaten und Videodaten.

Der Erfolg des Internets als meistbenutztes Medium zum Versenden bzw. Übertragen von Daten beruht zum großen Teil

20

auf seiner Flexibilität. Mittels der IP (Internet Protocol) Technologie wird ein sogenanntes destination based routing, d.h. eine zielbezogene Paketvermittlung durchgeführt. IP-Pakete beinhalten eine Ursprungs- und eine Zieladresse, anhand derer lokal Routingentscheidungen getroffen werden. Man

25

spricht in diesem Zusammenhang auch von einem Routing auf einer per Hop-Basis, d.h. Router leiten nach Maßgabe der im Datenpaket angegebenen Zieladresse zu einem nächsten Knoten (next Hop) weiter. Die herkömmliche IP-Technologie hat den wichtigen Vorteil, dass keine Zustände im Netz gehalten werden müssen, und dass keine vorhergehende Wegfestlegung für

30

die Übertragung von Datenpaketen vorgenommen werden muss. Dafür muss man den Nachteil in Kauf nehmen, dass die Vermittlung der Pakete nur auf einer „best-effort“-Basis erfolgen kann, d.h. dass keine Garantie hinsichtlich der Dienstgüte

35

übernommen wird.

Das zur Zeit am meisten verbreitete Routingprotokoll einer unabhängigen Netzdomäne (auch Autonomes System genannt) ist das sogenannte OSPF (Open Shortest Path First) Protokoll, welches einen verteilten Routingansatz verwendet. Die Topologie des Netzes ist dabei jedem Knoten bekannt und wird durch sogenannte Link-State-Advertisement Nachrichten an alle Knoten des Netzes verteilt. Basierend auf Link-Metriken wird in jedem Knoten selbständig für alle ihm bekannten Ziele je ein kürzester Pfad berechnet. Der Ausfall eines Links führt zu einer Neuberechnung der Pfade.

Zur Verbesserung der Dienstgüte von IP-Netzen im Hinblick auf neue Dienste mit Dienstgüteanforderungen werden zwei wichtige Ansätze verfolgt. Ein Ansatz sieht vor, zwischen einer Quelle und einer Senke bzw. einem Ursprung und einem Ziel mehr als einen Weg zu installieren, um so durch die Verteilung über verschiedene Wege auf Engpass-Situation bzw. Störsituationen reagieren zu können. Das Routing-Protokoll OSPF wurde in diesem Sinne durch Einführung des Equal Cost Multipath (ECMP) Konzepts erweitert, das eine gleichzeitige Verwendung von mehreren, im Sinne einer Metrik gleich langen Pfaden, zwischen einer Quelle und einer Senke ermöglicht. Das Verfahren erlaubt es, den Verkehr auf Pfade gleicher Länge zu verteilen. Eine Erweiterung dieses Konzeptes ist darin zu sehen, mit Hilfe von Traffic Engineering Mechanismen, d.h. mit Mechanismen zur Kontrolle und Steuerung des Paketverkehrs, anhand gemessener oder berechneter Netzbeanspruchungen die Linkauslastungen zu optimieren. Das sogenannte OSPF-TE (TE: Traffic Engineering) Verfahren versucht durch Anpassung der im Netz verteilten Link-Metriken abhängig von der Auslastung der jeweiligen Links eine gleichmäßige Verteilung des Verkehrs im Netz zu ermöglichen. Die Ansätze für ein Mehrwegerouting verfolgen typischerweise eine zentrale Lastverteilungsberechnung, d.h. es wird an zentraler Stelle bzw. von einer zentralen Instanz entschieden, wie die Verteilung der Pakete vorzunehmen ist.

Der zweite Ansatz ist die zentrale Festlegung von Pfaden durch das Netz einhergehend mit einer festen Reservierung der benötigten Bandbreite. Das wichtigste Konzept, welches mit dem Schalten von Pfaden arbeitet, ist das sogenannte Multi-
5 Protocol Label Switching (MPLS) Protokoll bzw. Konzept. Im Rahmen dieses Konzeptes werden virtuelle Pfade durch das Netz definiert. Am Eingangsrouter einer MPLS-Domäne werden ankommende Pakete virtuellen Pfaden zugeteilt. Die geeignete globale Wahl der Pfade sowie der Zuordnung von Paketen zu den
10 Pfaden ermöglicht eine gleichmäßige Verteilung im Netz.

Derzeitige Ansätze zur Verbesserung der Übertragungsqualität von herkömmlichen Datennetzen machen die Vorteile herkömmlicher Datennetze, nämlich ihre Flexibilität und geringe Komplexität zumindest teilweise wieder zunichte.
15

Die Erfindung hat zur Aufgabe, ein Verfahren für Mehrwegerouting anzugeben, bei der die Verkehrsverteilung bzw. Lastverteilung unter Vermeidung der Nachteile herkömmlicher Verfahren optimiert wird.
20

Die Aufgabe wird durch die Ansprüche 1 und 9 gelöst.

Das Verfahren geht von einem paketbasiert arbeitenden Netz aus, in dem Mehrwegerouting bzw. die Verteilung von Paketen auf verschiedene Wege vorgesehen ist. Das Netz ist mit Knoten und Links (auch Kanten oder Verbindungsabschnitte genannt) gebildet. Zumindest für einen Teil der Knoten besteht die Möglichkeit, ankommende Pakete auf mehreren verschiedenen Wegen zu ihrem Ziel zu senden. Für die verschiedenen Alternativen bzw. verschiedenen Optionen für einen Knoten, ein Datenpaket abhängig vom Ziel des Datenpakets auf einen nächsten Link weiterzuleiten, wird im Folgenden der Begriff Wegefächer oder Verteilungsfächer verwendet. Der Wegefächer für einen
25 Knoten bezüglich eines Ziels besteht aus dem von dem Knoten abgehenden Links, über welche Pakete zu dem Ziel geroutet werden können. Die Wege zum Ziel haben dabei nicht notwendi
30

gerweise im Sinne einer Metrik gleiche Länge. Ein Ziel ist üblicherweise gegeben durch das in einer Routingtabelle festgehaltene Routingkriterium der einzelnen Knoten. Dieses ist nicht notwendigerweise identisch mit der üblicherweise im Paket angegebenen Zieladresse, sondern kann z.B. aus einem Teil der Zieladresse bestehen. Bei IP-Netzen orientieren sich die Knoten bzw. Router in der Regel an dem Teil der Adresse, die das Netz bezeichnet, in welchem der IP-Netz-Endpunkt (z.B. Host Gateway) liegt, der der vollständigen Zieladresse des Paketes entspricht.

Erfindungsgemäß nehmen Knoten des Netzes selbständig bzw. autonom eine Verteilung der Pakete bzw. Lastverteilung auf die Links eines Wegefächers vor. Die Änderung dieser Lastverteilung erfolgt auch autonom durch die Knoten. Ein Knoten überwacht die von ihm auf einen Link weitergeleitete Verkehrslast, bzw. Rate an Paketen. Wenn nun eine Überlast bei einem Link auftritt, wird diese von dem Knoten detektiert und daraufhin eine Überlastabwehrmaßnahme eingeleitet. Die primäre Überlastabwehrmaßnahme besteht darin, Verkehr von dem überlasteten Link auf andere Links des zugehörigen Fächers umzuverteilen. Entsprechend kann eine Reaktion auf einen Linkausfall durch Umverteilung auf nicht ausgefallene Links des zugehörigen Wegefächers vorgesehen werden.

Die Erfindung hat den Vorteil, dass von dem Knoten autonom eine Überlastabwehrreaktion vorgenommen wird, d.h. lokal eine Umverteilung stattfindet. Es ist keine komplexe Signalisierung oder Propagation von Nachrichten durch das ganze Netz von Nöten, die die Komplexität des Routingprotokolls sehr erhöhen würde. Weiter ist keine zentrale Instanz, weder zur Kontrolle, noch zur Festsetzung von Gewichten bei einer eventuellen Neuberechnung von Gewichten von Nöten. Stattdessen wird eine Neufestsetzung von Gewichten für das Routing entlang eines Fächers von den jeweiligen Knoten vorgenommen. Eine zentrale Steuerinstanz ist bzgl. Eventuellen Störungen der

Instanz ein Schwachpunkt, der in der vorliegenden Erfindung vermieden wird.

- Die erfindungsgemäße Umverteilung bzw. Aufteilung des Verkehrs auf verschiedene Wege kann in dem Sinne stufenlos erfolgen, als dass beliebige Aufteilungsverhältnisse von Paketen auf Links eines Wegefächers möglich sind. Das kontrastiert zu diversen aktuellen Verfahren für Multipath-Routing (wie z.B. ECMP), welche ein festes Aufteilungsverhältnis vorschreiben. Die Ermittlung von optimalen Aufteilungsverhältnissen kann beispielsweise mittels der Verkehrsmatrix, d.h. der gemessenen oder berechneten Verkehrsbelastungen der Links, erfolgen. Alternativ ist es möglich, durch einen Regelprozess die Aufteilungsverhältnisse zu optimieren. Dabei werden die veränderten Linkbelastungen bei einer Verkehrsumverteilung zu den Verkehrsumverteilungsmaßnahmen in Relation gesetzt und so die Verteilungsmaßnahmen für eine Vermeidung von Überlastsituationen ermittelt.
- Entsprechend einer Weiterbildung wird eine Lastumverteilung durch die einzelnen Knoten oder durch einen einzelnen Knoten schrittweise vorgenommen. Dabei werden nach Abschluss eines Schrittes während eine Wartezeit oder eine Zeitspanne keine weiteren Verkehrsumverteilungsmaßnahmen durchgeführt. Nach Ablauf der Zeitspanne wird ein evtl. notwendiger nächster Schritt der Lastumverteilung begonnen. Dadurch haben die nachfolgenden Knoten eine Abwehrmaßnahme einleitenden Knoten die Möglichkeit, eine eventuell durch die Umverteilung an ihnen entstandene Überlast aufzulösen und ihrerseits wiederum den Verkehr umzuverteilen. Zudem kann durch eine schrittweise Lastanpassung einem Schwingen des Systems entgegengewirkt werden.

- Der Erfindungsgegenstand kann für Situationen weitergebildet werden, bei denen durch Umverteilung innerhalb eines Fächers keine Auflösung der Überlast realisiert werden kann bzw. bei Ausfall eines Links die Datenpakete nicht auf die anderen

Links des zugehörigen Wegefächers verteilt werden können, ohne auf einen dieser Links eine Überlast zu generieren. Dazu sendet ein überlasteter Knoten zumindest an einen ihm vorgelagerten Knoten eine Nachricht, mit der er diesen Knoten ver-

5 anlasst, seinerseits wieder eine Umverteilung in dem Sinne vorzunehmen, dass zu dem betroffenen Knoten weniger Datenpakete übertragen werden. Vorgelagert bezieht sich dabei auf die Wege der auf den durch die Überlast bzw. den Linkausfall betroffenen Verteilungsfächer verteilten Pakete. Dieses Ver-

10 fahren lässt sich rekursiv bzw. kaskadenartig auf die vor dem betroffenen Knoten vorgelagerten Knoten ausdehnen, so dass jeder Knoten, der eine Nachricht zur Anforderung einer Umverteilung erhält, dieser aber nicht durch Umverteilung innerhalb des Fächers bzw. von Fächern realisieren kann, seiner-

15 seits wieder Nachrichten an ihm vorgelagerte Knoten sendet, so dass diese ihrerseits wieder den Verkehr durch Umverteilung verringern. Dabei ist sinnvoll, wenn in einer Nachricht zur Veranlassung einer Umverteilung eine Information über die benötigte Verkehrslastverringerung, d.h. z.B. ihrer Art und

20 ihrem Umfang enthalten ist. Dieses Verfahren führt in der Regel auf Grenzen, wenn ein Randknoten des Netzes eine Nachricht zur Überlastverringerung erhält. Denn Randknoten können in der Regel nicht mittels des innerhalb des Netzes verwendenden Protokolls zur Nachrichtenübermittlung mit Knoten ei-

25 nes anderen Netzes kommunizieren. Ein solcher Randknoten kann zur Verringerung des von ihm abgehenden Verkehrs, den im Rahmen einer Netzzugangskontrolle von ihm in das Netz gelassenen Verkehr verringern, um so die benötigte Verkehrslastreduzierung zu bewirken. Zugangskontrollen werden häufig in Daten-

30 netzen eingesetzt, die eine Übertragung unter Einhaltung von Dienstgütemerkmalen gewährleisten sollen.

Der Erfindungsgegenstand beinhaltet auch einen Netzknoten bzw. Router, der mittels einer Verkehrsüberlast und zum Um-

35 verteilen von Verkehr auf andere, von Knoten abgehende Links, ausgestattet ist. Ein solcher Knoten kann auch zusätzlich mit Mitteln zum Senden von Nachrichten versehen sein, wobei diese

7

Nachrichten bei vorgelagerten Knoten eine Umverteilung des Verkehrs bewirken können. Diese Mittel beinhalten beispielsweise Softwaremodule, die das dem Senden der nachrichten zugrunde liegende Protokoll unterstützen.

5

Der Erfindungsgegenstand wird im Folgenden anhand von zwei Figuren im Rahmen eines Ausführungsbeispiels näher erläutert. Es zeigen:

10 Fig.1: Ein Netzausschnitt mit Knoten und Links.

Fig.2: Eine zugehörige Tabelle mit Angaben über den im Netzausschnitt gezeigten Knoten zugeordneten Verteilungsfächer.

- 15 In der Figur 1 sind Knoten 1 bis 6 und Links (Verbindungen zwischen den Knoten) L_{IJ} , I, J aus $\{1, 2, 3, 4, 5, 6, 7\}$ dargestellt. Dabei ist einem Link eine Richtung zugeordnet. Z.B. führt der Link L_{31} vom Knoten 3 zum Knoten 1. Der Gesamtverkehr auf dem zugehörigen physikalischen Link zwischen den
- 20 Knoten 3 und 1 setzt sich dann zusammen aus dem Verkehr des Links L_{31} und des Links L_{13} , falls vorgesehen ist, von dem Knoten 1 zum Knoten 3 Pakete zu senden. In der Figur sind der Einfachheit halber nur Links mit einer Richtung gezeigt. Figur 2 zeigt eine Tabelle mit verschiedenen vom Knoten 3 abgehenden Wegefächern. Die erste Spalte D (D: für destination)
- 25 gibt das Ziel bzw. die Senke von von Knoten 3 weitergeleiteten Paketen an. Vereinfachend ist dabei angenommen, dass jeder der anderen dargestellten Knoten als Ziel für die Versendung von Paketen in Frage kommt. Die zweite Spalte gibt die
- 30 Wegefächer WF zu den jeweiligen Zielen an. Z.B. ist zu dem Ziel, das durch den Knoten 1 gegeben ist, ein Fächer definiert, der aus drei Links besteht, wobei einer direkt zu dem Knoten 1 führt und die anderen beiden jeweils über den Knoten 2 bzw. 7. Das Verteilungsverhältnis R (R: für Ratio)
- 35 bzw. die Lastverteilung auf diesen Verteilungsfächer bzw. Wegefächer ist in der dritten Spalte der Tabelle angegeben. So werden 70 % des Verkehrs direkt zu Knoten 1 geleitet, während

die anderen 30 % über den Knoten 2 bzw. den Knoten 7 zu ihrem Ziel, dem Knoten 1 gesendet werden. Analog sind die Verteilungsfächer zu den Knoten 2, 4, 5, 6 und 7 angegeben. Das Verteilungsverhältnis wurde entsprechend der Prioritäten der

5 Wege festgesetzt, direkte Verbindungen haben ein höheres Verteilungsgewicht. Wenn nun der Link L31 zwischen Knoten 3 und Knoten 1 ausfällt, kann erfindungsgemäß der Knoten 3 den Verkehr zum Knoten 1 über die Knoten 2 und 7 verteilen, indem er die Verteilungsgewichte entsprechend ändert. Da der Großteil

10 des Verkehrs über den Link L13 zwischen Knoten 1 und Knoten 3 gesendet wurde, kann durch die Umverteilung eine Überlast auf den Links L37 zwischen Knoten 3 und Knoten 7 und L32 zwischen Knoten 3 und Knoten 2 bewirkt werden. Um diese Überlast zu

15 reduzieren, sendet der Knoten 3 eine Nachricht an den Knoten 4 und den Knoten 5, um den zu ihm geleiteten Verkehr zu verringern. Auf Erhalt dieser Nachricht ändern die Knoten 4 und 5 ihre Verkehrsverteilung für Pakete zu dem Ziel, das durch den Knoten 1 gegeben ist. Beispielsweise routet Knoten 5 einen größeren Anteil des Verkehrs zu Knoten 1 über die Knoten

20 6 und 7, anstatt über den Knoten 3. Und der Knoten 4 erhöht den Anteil des Verkehrs, der über den Knoten 2 zu dem Knoten 1 geleitet wird. Auf diese Weise wird eine Lastverringern auf den Links L37 und L32 zwischen den Knoten 3 und 7 und 3 und 2 dadurch erreicht, dass vorgelagerte Knoten, nämlich 5

25 und 4 mehr Verkehr über die Links L54, L42 und L21 sowie L56, L67 und L71 leiten. In realen Netzen mit sehr viel mehr Knoten hätte in der Regel Knoten 5 einen ihm vorgelagerten Knoten, dem er wieder eine Nachricht senden könnte, wenn die durch ihn getroffene Maßnahme nicht zur notwendigen Reduktion

30 des Verkehrsaufkommen führen würde.

Patentansprüche

1. Verfahren zur Verkehrslastumverteilung als Reaktion auf eine Verkehrsüberlast oder einen Linkausfall in einem mit
- 5 Knoten (1, 2, 3, 4, 5, 6, 7) und Links (L31, L32, L37, L71, L21, L42, L43, L67, L53, L54, L56) gebildeten paketbasierten Netz mit Mehrwegeverteilung von Paketen, wobei zumindest für einen Teil der Knoten Pakete mit demselben Ziel auf wenigstens zwei Links, die einem dem Ziel zugeordneten Wegefächer
- 10 (L31, L32, L37) zugehören, verteilbar sind, demzufolge
- durch einen Knoten (3) das Überschreiten einer Obergrenze durch die Verkehrslast auf einem von ihm abgehenden Link (L31) oder der Ausfall eines von ihm abgehenden Link (L31)
 - 15 festgestellt wird,
 - durch den Knoten (3) unabhängig von externen Steuerinstanzen eine Verkehrslastumverteilung vorgenommen wird, indem zumindest ein Teil der Pakete, welche bei unveränderter Lastverteilung über den abgehenden Link (L31) gelenkt würden, auf
 - 20 eine oder mehrere andere vom Knoten (3) abgehende Links (L32, L37) gelenkt werden, welche dem selben Wegefächer (L31, L32, L37) zugeordnet sind.
2. Verfahren nach Anspruch 1,
- 25 dadurch gekennzeichnet, dass
- die Verkehrslastumverteilung schrittweise betreffs Anteile der Überlast vorgenommen wird, und
 - nach Abschluss eines Schrittes eine Zeitspanne bis zur Einleitung des nächsten Schrittes gewartet wird.
- 30
3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass
- wenn durch die Verkehrslastumverteilung nicht erreicht wird, dass die Verkehrslast die Obergrenze unterschreitet ohne ein Überschreiten einer anderen Obergrenze auf einem von dem Knoten abgehenden Link, eine Nachricht an einen bzgl. über den Wegefächer (L31, L32, L37) verteilte Pakete vorgela
 - 35

10

gerten Knoten (4,5) gesendet wird, durch die eine Verkehrs-
lastumverteilung dieses vorgelagerten Knotens (4,5) zur Ver-
ringerung der durch die an den gesendeten und über den Wege-
fächer (L31, L32, L37) verteilten Verkehrslast bewirkt wird.

5

4. Verfahren nach Anspruch 3,
dadurch gekennzeichnet, dass
- eine Nachricht an alle bzgl. der über den Wegefächer (L31,
10 L32, L37) verteilte Pakete unmittelbar vorgelagerten Knoten
(4,5) zwecks Verkehrslastumverteilung dieser vorgelagerten
Knoten zur Verringerung der durch die an den gesendeten und
über den Wegefächer (L31, L32, L37) verteilten Verkehrslast
gesendet wird.

15

5. Verfahren nach Anspruch 3 oder 4,
dadurch gekennzeichnet, dass
- die Nachricht eine Information über die benötigten Ver-
kehrslastverringerung enthält.

20

6. Verfahren nach einem der Ansprüche 5,
dadurch gekennzeichnet, dass
- ein benachrichtigter vorgelagerter Knoten (4,5), der nicht
durch Verkehrslastumverteilung die benötigte Verkehrslastver-
25 ringerung für den betroffenen Knoten erzielen kann, ohne ein
weiteres Überschreiten einer Obergrenze für eine Verkehrslast
zu verursachen, seinerseits eine Nachricht an einen ihm vor-
gelagerten Knoten schickt, wodurch dieser veranlasst wird,
durch Verkehrsumverteilung bzw. das Senden von Nachrichten an
30 vorgelagerte Knoten die benötigte Verkehrslastreduzierung
vorzunehmen.

7. Verfahren nach Anspruch 6,
dadurch gekennzeichnet, dass

35 - vorgelagerte Knoten, welche eine Nachricht von dem betrof-
fenen Knoten (3) oder von einem vorgelagerter Knoten (4,5)
erhalten, entweder durch Verkehrslastumverteilung die ent

11

sprechend der erhaltenen Nachricht benötigte Verkehrslastreduzierung realisieren oder an zumindest eine Nachricht an einen vorgelagerten Knoten zur Verkehrslastreduzierung senden.

- 5 8. Verfahren nach einem der Ansprüche 3 bis 6,
dadurch gekennzeichnet, dass
- ein Randknoten, der eine Nachricht zur Verkehrslastreduzierung eines vorgelagerten Knotens erhält, durch Verringerung der Grenzen für eine Zugangskontrolle zum Netz die benötigte
- 10 Verkehrslastreduzierung bewirkt.
9. Knoten (3) für ein paketbasiertes Netz mit Mehrwegeverteilung, mit
- Mitteln zur Erkennung einer Verkehrsüberlast auf einem von
- 15 ihm abgehenden Link und
- Mitteln zur Umverteilung von Verkehr auf andere von dem Knoten (3) abgehende und zum selben Verteilungsfächer gehörige Links.
- 20 10. Knoten (3) nach Anspruch 9,
mit
- Mitteln zum Senden von Nachrichten an einen im Bezug auf über den Verteilungsfächer (L31, L32, L37) gesendete Pakete vorgelagerten Knoten (4,5) zur Anforderung einer Verkehrsre-
- 25 duzierung des von dem vorgelagerten Knoten (4,5) übertragenen Verkehrs.

1/1

FIG 1

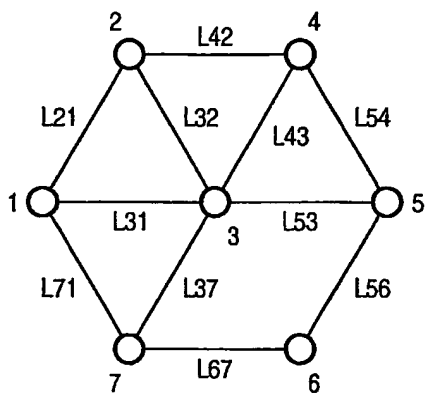


FIG 2

D	WF	R
1	L31	70%
	L32	20%
	L37	10%
2	L32	50%
	L34	50%
4	L34	22%
	L32	65%
	L35	13%
5	L35	10%
	L34	90%
6	L35	25%
	L37	75%
7	L37	12%
	L31	88%

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No
PCT/EP2004/050782

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
IPC 7 H04L12/56

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

IPC 7 H04L

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practical, search terms used)

EPO-Internal

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	EP 1 087 576 A (NORTEL NETWORKS LTD)	9, 10
Y	28 March 2001 (2001-03-28) figures 1-4, 6, 7 column 3, paragraph 28 column 4, paragraph 38 column 6, paragraphs 45, 49 column 8, paragraph 56 column 9, paragraph 68 column 10, paragraphs 71, 72 column 12, paragraphs 84, 85 ----- -/-	1-8

☒ Further documents are listed in the continuation of box C.

☒ Patent family members are listed in annex.

* Special categories of cited documents :

A document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

E earlier document but published on or after the international filing date

L document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

O document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

P document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

T later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

X document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

Y document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art.

G document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

9 August 2004

Date of mailing of the international search report

17/08/2004

Name and mailing address of the ISA

European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2
NL - 2280 HV Rijswijk
Tel: (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,
Fax: (+31-70) 340-3016

Authorized officer

Mircescu, A

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No
PCT/EP2004/050782

C.(Continuation) DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	EP 1 035 751 A (LUCENT TECHNOLOGIES INC) 13 September 2000 (2000-09-13)	1-8
A	figures 1-5,8 page 4, paragraph 20 page 5, paragraphs 24,28 page 7, paragraph 35 page 8, paragraphs 41,42 page 9, paragraph 45 page 11, paragraph 58 page 12, paragraphs 70,72 page 13, paragraphs 75,77 page 16, paragraph 101	9,10
A	----- EP 1 261 178 A (CIT ALCATEL) 27 November 2002 (2002-11-27) figures 1,3 page 4, paragraph 16-20 page 5, paragraph 20-22 page 7, lines 30-47 page 8, lines 24-39 page 9, lines 18-34 -----	1-10

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International Application No

PCT/EP2004/050782

Patent document cited in search report		Publication date	Patent family member(s)	Publication date
EP 1087576	A	28-03-2001	US 6363319 B1 CA 2317262 A1 EP 1087576 A2	26-03-2002 28-02-2001 28-03-2001
EP 1035751	A	13-09-2000	US 6594268 B1 CA 2299111 A1 EP 1035751 A2 JP 2000286896 A	15-07-2003 11-09-2000 13-09-2000 13-10-2000
EP 1261178	A	27-11-2002	US 2003002443 A1 EP 1261178 A2	02-01-2003 27-11-2002